

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig

Schalltechnische Untersuchungen in Bauten
mit verschiedenen Installationsarten

BIBLIOTHEK
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
der Technischen Universität Braunschweig
Beethovenstraße 52
D-3300 Braunschweig

von

o.Prof. Dr.-Ing. K. Kordina
Dipl.-Phys. H. Schulze
Dipl.-Phys. J. Steinert

1963

Die Untersuchungen wurden im Auftrage und mit Unterstützung des Herrn Bundesministers für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung durchgeführt. Ein Teil der für die Messungen verwendeten Geräte sind Leihgaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg.

AZ.: III A 4 - 2458 aU/2/60

I n h a l t

1. Einleitung
2. Beschreibung des Versuchsbaues
3. Durchführung der Messungen
 - 3.1 Körperschallanregung
 - 3.1.1 Anregung der Leitungsrohre
 - 3.1.2 Anregung der Wassersäule
 - 3.1.3 Anregung des Baukörpers
 - 3.2 Messung und Auswertung der Luftschallpegel
4. Meßergebnisse
 - 4.1 Absolute Luftschallpegel
 - 4.2 Pegelabnahme bei verschiedenen Anregungsarten
 - 4.2.1 Anregung der Leitungsrohre
 - 4.2.2 Anregung der Wassersäule
 - 4.2.3 Anregung des Baukörpers
 - 4.3 Vertikale Abnahme des Gesamtschallpegels
5. Schlußfolgerungen

Literatur

1. Einleitung

In den letzten Jahren wurden auf dem Gebiet des Schallschutzes im Wohnungsbau durch intensive Forschung und systematische Verbreitung der Ergebnisse bei der Verbesserung des Tritt- und Luftschallschutzes von Bauteilen große Erfolge erzielt. Deshalb fällt in zunehmenden Maße der häufig unzureichende Schallschutz gegenüber den haustechnischen Anlagen auf. Nach DIN 4109, Ausgabe September 1962, darf die Lautstärke der von solchen Anlagen erzeugten Geräusche in Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräumen nicht größer als 30 DIN-phon sein. Dieser Wert wird jedoch z.Z. nur in wenigen Fällen eingehalten und vorwiegend durch abgestrahlte Installationsgeräusche, das heißt Armaturengeräusche und Füll- bzw. Entleerungsgeräusche, überschritten. Daher sind stets Maßnahmen erforderlich, die diese Geräusche beseitigen oder in einer solchen Weise vermindern, daß die von DIN 4109 als noch zumutbar angesehene Lautstärke eingehalten wird [1].

Hierzu gehört beim gegenwärtigen Stand der Technik vor allem eine geeignete Grundrißgestaltung, die von vornherein möglichst lange Übertragungswege zwischen den lauten und den zu schützenden Räumen vorsieht und somit vermeidet, daß Bäder oder WC an Schlafzimmer oder andere Ruheräume gelegt werden. Außerdem sind für den Innenausbau möglichst schwere Wände zu wählen, da hierdurch eine große Stoßstellendämmung und eine geringe Schallabstrahlung bewirkt werden.

Die eigentlichen Maßnahmen zur Herabsetzung der Installationsgeräusche lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Verminderung der Geräuscentstehung

Für eine Beseitigung von Geräuschen am Ort ihrer Entstehung können keine allgemeinen Hinweise gegeben werden, sondern es sind hierzu auf den jeweiligen Fall abgestimmte Maßnahmen erforderlich. Beispielsweise können Armaturengeräusche durch Verwendung leiser Armaturen, ggf. auch durch Mindern des Leitungsdruckes auf ein betriebstechnisch noch zulässiges Maß,

verringert werden. Als "leise Armaturen" sind nach einer Untersuchung von Bach und Gösele [2] bei den Zapfhähnen die sogenannten geraden Auslaufventile bestimmter Fabrikate und bei den Spülern die Tiefkastenspüler anzusehen.

2. Minderung der Geräuschausbreitung

Eine Minderung der Geräuschausbreitung kann erzielt werden, indem man die Übertragung des Körperschalles von den Leitungen auf den Baukörper herabsetzt. Zu diesem Zweck werden für die Befestigung der Rohre federnde Schellen oder solche mit körperschalldämmenden Zwischenlagen verwendet. Außerdem ist bei den Durchführungen der Rohre durch die Decken und bei der Verlegung unter Putz eine wirksame Körperschallisolierung anzustreben. Unter bestimmten Voraussetzungen läßt sich auch die Ausbreitung des Schalles längs der Leitungsrohre verringern. Entsprechende Maßnahmen hierzu sind die Dämpfung bzw. Dämmung der Rohrschwingungen durch Ummantelungen mit Sand bzw. durch Sperrmassen oder biegeeweiche Zwischenstücke, wobei in allen Fällen auf eine gleichzeitige Verminderung des Wasserschalles zu achten ist [3].

Über die in der Praxis erzielbaren Erfolge einer Geräuschkinderung durch Körperschallisolierung zwischen Installationsleitungen und Baukörper sind bisher keine Ergebnisse bekannt geworden, die unter völlig gleichen Bedingungen hinsichtlich der untersuchten Bauwerke gewonnen wurden. Ferner ist auch nicht bekannt, welche Verbesserungen bei Verwendung von Kunststoffleitungen gegenüber den herkömmlichen Eisenrohren zu erzielen sind.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit derartigen Untersuchungen. Zu diesem Zweck wurden vergleichende Messungen an drei verschiedenen Installationsarten vorgenommen, die in einem Wohnblock mit gleichartigen Hauseinheiten ausgeführt sind:

1. Kunststoffleitungen, nicht körperschallisoliert
2. verzinkte Eisenrohre, körperschallisoliert
3. verzinkte Eisenrohre, nicht körperschallisoliert

Eine Einschätzung der drei unterschiedlichen Installationsarten bezüglich des übertragenen Körperschalles erfolgt einerseits anhand der absoluten Pegel des von den Bauteilen abgestrahlten Luftschalles und andererseits durch die Pegelabnahme pro Geschos.

2. Beschreibung des Versuchsbaues

Für die Durchführung des in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. bearbeiteten Forschungsauftrages wurde ein Wohnblock in Raisdorf bei Kiel ausgesucht, der aus drei Hauseinheiten mit gleichen Grundrissen besteht, siehe Anlage 1. In allen Wohnungen sind die Steigleitungen und Abflußrohre auf der Wand in einer Ecke des Badezimmers montiert und nachträglich abgemauert, vergl. Anlage 2. In den einzelnen Häusern wurde wie folgt installiert.

a) Kantstraße 1

Steigleitungen und Abflußrohre aus Kunststoff (hart-PVC), Warmwasserleitung aus Wiku-Rohr. Nicht-körperschallisolierte Installation.

Steigleitung in jedem Geschos mit einer Schelle in ca. 1,25 m Höhe ohne Isolation befestigt.

Zuleitungen zur Gastherme, Wanne und Handwaschbecken von der Installationszelle aus ohne Isolierung in Mauerschlitzen verlegt und eingeputzt.

Abflußrohre im Sockel ohne Isolierung einbetoniert.

Deckendurchbruch mit Glaswolle-Isolierung fest ausgestopft.

b) Kantstraße 3

Steigleitungen aus verzinktem Eisenrohr. Körperschallisolierte Installation.

Steigleitung in jedem Geschos mit einer Schelle mit 3 mm Korkisolierung in ca. 1,25 m Höhe befestigt.

Zuleitungen zur Gastherme, Wanne und Handwaschbecken mit ca. 5 mm dicker Wellpappe (Rippen innen) ummantelt, in Mauer-schlitzten verlegt und eingeputzt. Alle Befestigungen mit Kork-beilagen versehen und mit eingeputzt.

Abflußrohre im Sockel isoliert einbetoniert.

Am Deckendurchbruch sind die Rohre mit ca. 15 mm Mineralwolle ummantelt.

c) Kantstraße 5

Steigleitungen aus verzinktem Eisenrohr. Nicht-körperschall-isolierte Installation.

Steigleitung in jedem Geschoß mit einer Schelle in ca. 1,25 m Höhe ohne Isolation befestigt.

Zuleitungen durch Haken ohne isolierende Beilagen im Mauerwerk befestigt und eingeputzt.

Abflußrohre nicht isoliert einbetoniert.

Am Deckendurchbruch sind die Rohre ohne Isolierung einbetoniert. Es wurde lediglich darauf geachtet, daß der schwimmende Estrich keine Schallbrücken bekam.

In allen nicht genannten Details wurde im Sinne der hier gewählten Einteilung installiert. Jedoch waren in Zweifelsfällen die Handwerker angewiesen, nach der ortsüblichen Methode zu arbeiten.

Die Abmessungen der Wände und die hierfür verwendeten Baustoffe können aus dem Grundriß, Anlage 1, entnommen werden. Hieraus geht hervor, daß die Trennwände zwischen Bad und den angrenzenden Räumen, Küche und Kinderzimmer, die dünnsten und damit auch leichtesten sind. Die Installationsgeräusche werden deshalb von diesen Wänden bevorzugt abgestrahlt. Als Wohnungstrenndecken sind 120 mm dicke Stahlbeton-Vollplatten mit 40 mm dickem Zementestrich auf 15 mm Sillan-Steinwollerollfilz eingebaut. Das Flächen-gewicht beträgt ca. 405 kg/m².

3. Durchführung der Messungen

3.1 Körperschallanregung

Zur Anregung eines Installationsgeräusches könnte man beispielsweise einen besonders lauten Druckspüler verwenden. Eine solche natürliche Geräuschquelle ist aber weder zeitlich hinreichend konstant noch in ihrer Intensität im erforderlichen Maße veränderlich und außerdem nur in wenig reproduzierbarer Weise zu montieren. Deshalb wurde hierauf verzichtet und statt dessen die von den Installationseinrichtungen normalerweise ausgehenden Schwingungen auf andere Art erregt.

Die Schallausbreitung ist im Wasser und im Leitungsrohr unterschiedlich. Während die Wassersäule nach den Untersuchungen von Gösele [3] als eine reflexionsarme Leitung für die Schallfortpflanzung angesehen werden kann, stellen die Leitungsrohre mit ihren zahlreichen Muffen, Verbindungsstellen mit dem Bauwerk und ggf. unterschiedlichen Materialien unter Umständen einen erheblichen Widerstand für die Schallausbreitung dar. Bei der Fortpflanzung längs der Leitungsrohre ist also mit einer größeren Pegelabnahme zu rechnen. Um dieses verschiedenartige Verhalten der Ausbreitung untersuchen zu können, wurden Rohrleitung und Wassersäule getrennt in Schwingungen versetzt. Hierbei ist es allerdings unvermeidbar, daß sich der im Leitungsrohr angeregte Körperschall teilweise auch auf die Wassersäule überträgt und umgekehrt.

Die Pegelabnahme des Luft- und Körperschalles in den verschiedenen Geschossen eines Hauses hängt von der Lage des "Senderraumes" ab [4]. So findet man z.B. bei Endlage des Senderraumes, d.h. an einer Giebelwand, eine geringere vertikale Pegelabnahme als bei Mittellage. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde deshalb bei den durchgeführten Messungen die vertikale Schallausbreitung nur in solchen Räumen eines Hauses untersucht, die bezüglich der horizontalen Schallausbreitung eine mittlere Lage in dem Wohnblock einnehmen.

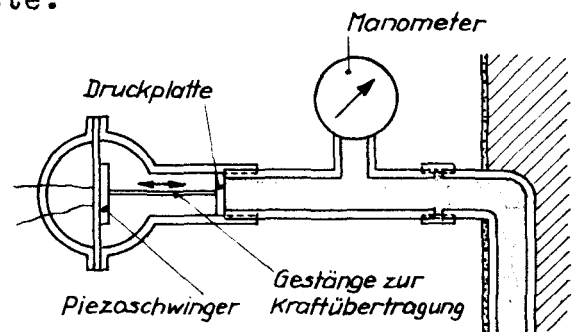
Da alle drei Häuser gleichartig aufgebaut und die Wohnungen spiegelbildlich angeordnet sind, liegen somit in Kantstraße 1 und 3 für die linke Wohnung und in Kantstraße 5 für die rechte Wohnung die gleichen baulichen Verhältnisse vor. Ob auch tatsächlich die gleichen Bedingungen für die Körperschallausbreitung und -abstrahlung in den Hauseinheiten gegeben sind, wurde durch weitere Messungen geprüft und bei diesen der Baukörper angeregt und der von den Bauteilen abgestrahlte Luftschallpegel in den einzelnen Geschossen gemessen. Darüberhinaus ermöglichen diese Messungen einen Vergleich zur Ausbreitung bei Anregung des Leitungssystems.

3.1.1 Anregung der Leitungsrohre

Für die Körperschallanregung der Leitungsrohre wurde ein piezoelektrischer Schwingungsgeber benutzt. Er wurde nach Entfernen der Mischbatterie an die Kaltwasserzuleitung zur Wanne im Bad des IV. Obergeschosses angeschlossen. Die Art der Ankoppelung an die Leitung zeigt die Skizze. Die Erregung erfolgte mit Heultönen im Frequenzbereich zwischen 200 Hz und 10000 Hz mit einem Frequenzhub von ± 50 Hz und einer Modulationsfrequenz von 8 Hz. Durch Vergleichsmessungen bei gefüllten Rohrleitungen (Stadtdruck etwa 1,5 atü im IV. Obergeschoß) und bei entleerten Leitungen wurde nachgewiesen, daß eine gleichzeitige Anregung der Wassersäule keinen nennenswerten Einfluß hatte.

3.1.2 Anregung der Wassersäule

Zur Wasserschallerzeugung wurde eine Aluminiumscheibe von $3/4"$ \varnothing , die mit einem Loch von 2 mm \varnothing versehen war, in die Kaltwasserleitung zur Badewanne eingesetzt. Bei der Entnahme von Wasser wird die kleine Öffnung mit großer Geschwindigkeit durchströmt und eine starke Wirbelbildung hervorgerufen. Das hiermit verbundene Geräusch ist den normalen Armaturengeräuschen sehr ähnlich. Eine



Ankopplung des
Schwingungserregers

Druckerhöhungsanlage hielt während der Messung den Druck konstant auf 2,5 atü, bei dem ein stationärer Durchfluß von 240 l/h vorhanden war. Die Rauschscheibe wurde sowohl im IV. als auch im II. Obergeschoß jeder Hauseinheit eingebaut, weil die abgegebene Schalleistung zur Messung der Pegelabnahme über 4 Geschosse nicht ausreichte. Die Ergebnisse beider Messungen sind jedoch nicht ganz gleichwertig, da die Werte auch von der vertikalen Lage des Senderraumes im Hause abhängen.

3.1.3 Anregung des Baukörpers

Mit einem weiteren piezoelektrischen Schwingungsgeber wurde Körperschall in den Baukörper direkt eingeleitet. Die Befestigung des Erregers erfolgte auf dem Betonsockel des Abflußrohres im Bad des IV. Obergeschosses. Intensität und Frequenzband entsprachen den in 3.1.1 genannten Werten.

3.2 Messung und Auswertung der Luftschallpegel

Der von den Wänden und Decken in den Küchen und Kinderzimmern abgestrahlte Luftschall wurde mit einem Schallpegelmesser in Oktavbandbreite gemessen. Soweit es der allgemeine Störpegel erlaubte, sind die Untersuchungen in vertikaler Richtung bis zum Erdgeschoß durchgeführt worden. Das ausgewertete Frequenzband beträgt ca. 5 Oktaven und umfaßt die Frequenzen 250 bis 8000 Hz. Schwingungen unter 250 Hz werden von den Wänden nur wenig abgestrahlt, Schwingungen über 8000 Hz dagegen, werden in den Leitungen und im Baukörper so stark gedämpft, daß bereits nach zwei Geschossen nur noch der allgemeine Störpegel vorhanden ist. In jedem Raum wurden die Messungen bei vier Mikrophonstellungen durchgeführt und die Einzelwerte gemittelt.

Zur Kontrolle der Meßanordnung, vorwiegend bezüglich der Konstanz und Reproduzierbarkeit der Anregung, wurden zahlreiche Wiederholungsmessungen durchgeführt. Sie ergaben, daß bei den absoluten

Pegelwerten mit einer Unsicherheit von etwa ± 2 dB gerechnet werden muß.

Sämtliche Ergebnisse sind auf eine Absorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen. Die Nachhallzeiten lagen in den Küchen zwischen 0,5 und 1,7 Sek., in den Kinderzimmern zwischen 0,5 und 3,5 Sek. Die in den Anlagen 7 und 8 aufgezeichneten Pegel des Gesamtschalldruckes wurden aus den gemessenen und auf $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogenen Spektren berechnet.

4. Meßergebnisse

Für die Auswertung der Meßergebnisse und die Beurteilung der verschiedenen Installationsarten stehen zwei Größen zur Verfügung.

1. Durch einen Vergleich der bei gleicher Anregung abgestrahlten absoluten Luftschallpegel erhält man Aufschluß über die Wirksamkeit der angestrebten Körperschallisolierung zwischen den Leitungsrohren und den schallabstrahlenden Bauteilen.
2. Die Pegelabnahme je Geschoß beschreibt die vertikale Ausbreitungsdämpfung und -dämmung bei den verschiedenen Installationsarten und zeigt den Einfluß von Rohrmaterialien unterschiedlicher innerer Dämpfung auf die Schallausbreitung, falls diese vorwiegend längs der Leitung erfolgt.

4.1 Absolute Luftschallpegel, vgl. Anlage 3 und 4

Wie aus den in den Anlagen dargestellten Meßergebnissen zu entnehmen ist, kann der abgestrahlte Luftschallpegel durch eine sorgfältig ausgeführte Körperschallisolierte Installation bei Frequenzen bis zu ungefähr 3200 Hz, die in der Bauakustik vorwiegend interessieren, um 5 bis 15 dB herabgesetzt werden. Dieses Ergebnis ist unabhängig von der Art des anregenden Geräusches, Wasserschall oder Körperschall der Leitungen, und gilt gleichermaßen für die beiden an das Bad angrenzenden Räume, Küche und Kinderzimmer. Lediglich bei 2000 Hz war durch einen wahrscheinlich vermeidbaren

Resonanzeffekt der Luftschallpegel bei körperschallisolierter Leitungsführung teilweise höher als bei den anderen Installationsarten.

Eine merkliche Überlegenheit der Kunststoffrohre ist erst oberhalb von 3000 Hz festzustellen; dieser Frequenzbereich ist jedoch für die Praxis von geringerem Interesse. Für den Schallpegel wurden über 3000 Hz Unterschiede zur nichtisolierten Verlegung von verzinkten Eisenrohren bis zu 15 dB gemessen.

Bei der Anregung der Wassersäule haben sich im II. gegenüber dem IV. Obergeschoß im abgestrahlten Luftschall um ca. 8 dB höhere Pegel ergeben. Dieser Unterschied beruht auf einer höheren Leistung der Rauschscheibe und nicht auf der veränderten Lage der Quelle im Hause.

Bei Anregung des Baukörpers sind erwartungsgemäß keine wesentlichen Abweichungen zwischen den einzelnen Hauseinheiten aufgetreten. Ein Einfluß der Baukonstruktion auf das unterschiedliche schalltechnische Verhalten der einzelnen Installationsarten kann somit ausgeschlossen werden.

4.2 Pegelabnahme bei verschiedenen Anregungsarten

Die für verschiedene Anregungsarten in den Küchen und Kinderzimmern jeweils einer Hausseite gemessenen Luftschallpegel sind in den Anlagen 5 und 6 aufgetragen. Sämtliche Werte sind auf die Luftschallpegel des IV. Obergeschosses bezogen. In Tabelle I (Seite 10) ist die vertikale Pegelabnahme im Fernfeld für drei Frequenzen innerhalb des bauakustischen Bereiches, angegeben in dB pro Geschoß, zusammengestellt.

Das Fernfeld ist - infolge einer ausgeglichenen Energieverteilung in horizontaler Richtung - durch eine nahezu konstante Pegelabnahme je Geschoß gekennzeichnet. Es beginnt hier etwa ab II. Obergeschoß. Dagegen tritt im Nahfeld außer der Verteilung der

T a b e l l e I

Vertikale Pegelabnahme im Fernfeld in dB/Geschoß.

Installationsart: 1 : Kunststoffrohre, nichtisolierte Verlegung
2 : verzinkte Eisenrohre, isolierte Verlegung
3 : verzinkte Eisenrohre, nichtisolierte Verlegung

Anregungsort: a : IV. Obergeschoß
b : II. Obergeschoß

Anregung Art	Ort	Raum	Installations- art	350 Hz	1000 Hz	2800 Hz	Gesamt- wert
Anregung der Leitungsrohre	a	Küche	1	2,3	6,5	9,3	6,0
	a		2	-	5,4*)	9,0*)	8,2*)
	a		3	3,9	5,9	8,2	5,8
	a	Kinder- zimmer	1	4,9	5,1	8,7	6,3
	a		2	-	6,9*)	9,3*)	5,7*)
	a		3	5,0	4,0	9,0	4,5
Anregung der Wassersäule	a	Küche	1	-	6,4	10,1*)	7,8*)
	b		2	3,5**)	4,9**)	10,9**)	7,9**)
	a		3	-	3,9	6,5	5,4
	b	Kinder- zimmer	3	6,1**)	7,7**)	7,6**)	8,0**)
	a		1	-	6,3	11,6*)	7,8*)
	b		2	4,5**)	6,0**)	5,7**)	4,5**)
Anregung des Baukörpers	a	Küche	3	-	4,9	6,3	4,5
	a		3	7,9**)	9,5**)	7,0**)	7,0**)
	a	Kinder- zimmer	2	3,6	5,2	9,2	5,1
	a		3	4,5	5,7	7,8	6,2
	a	Kinder- zimmer	2	4,2	5,9	8,3	5,5
	a		3	3,8	5,7	7,7	5,6

*) Während üblicherweise über die Pegelabnahme vom II. Obergeschoß zum Erdgeschoß gemittelt wurde, konnte bei diesen Werten nur die Abnahme vom II. zum I. Obergeschoß bestimmt werden.

**) Da bei Anregung im II. Obergeschoß das Nahfeld frühestens im Erdgeschoß erreicht wird, ist hierbei nur die Abnahme vom I. Obergeschoß zum Erdgeschoß angegeben.

Schallenergie in vertikaler Richtung eine zusätzliche Verteilung in horizontaler Richtung auf, so daß in Nähe der Quelle größere und nicht konstante Pegelabnahmen je Geschoß gemessen werden.

Bei den im folgenden besprochenen charakteristischen Ergebnissen der verschiedenen Installations- und Anregungsarten wurden vorwiegend die Meßwerte in den Küchen berücksichtigt. Die in den Kinderzimmern gewonnenen Werte sind, wie man aus den Anlagen 5 und 6 ersieht, z.T. weniger geeignet, das typische schalltechnische Verhalten der einzelnen Installationsarten zu beschreiben.

4.2.1 Anregung der Leitungsrohre, vgl. Anlage 5

Die Meßergebnisse sind im Rahmen der Meßgenauigkeit unabhängig von der Art der Installation. Wie aus Tabelle I zu entnehmen ist, folgt für das Fernfeld eine Pegelabnahme bei den angegebenen Frequenzen zwischen ca. 2 und 9 dB pro Geschoß.

Der Frequenzgang läßt sich wie folgt beschreiben: Von tiefen nach hohen Frequenzen nimmt der Pegel zunächst in den verschiedenen Geschossen geringfügig ab bis zu einer Grenzfrequenz f_0 , und darüber ist dann eine wesentliche stärkere Pegelabnahme vorhanden. Wertet man die Kurven nach diesem Gesichtspunkt aus, so erhält man die in Tabelle II eingetragenen Zahlen, aus denen hervorgeht, daß eine spektrale Abnahme von 9 dB/Okt. hier nicht überschritten wird. Eine

Tabelle II

Spektraler Pegelverlauf in dB/Oktave.
bei Körperschallanregung der Leitungsrohre, gemittelte Werte aus Anlage 5.

Geschoß- abstand	K ü c h e n			K i n d e r z i m m e r		
	f_0 [kHz]	$\Delta L_{f < f_0}$ $\frac{[dB]}{[Okt]}$	$\Delta L_{f > f_0}$ $\frac{[dB]}{[Okt]}$	f_0 [kHz]	$\Delta L_{f < f_0}$ $\frac{[dB]}{[Okt]}$	$\Delta L_{f > f_0}$ $\frac{[dB]}{[Okt]}$
IV.-III.	2,0	0	5,5	-	0,5	0,5
IV.-II.	2,0	0,5	9,0	2,0	1,5	5,0
IV.-I.	1,6	2,0	9,0	2,0	3,0	7,0
IV.-EG	1,2	2,0	9,0	1,2	3,0	9,0

derartige Beschreibung des Tiefpasßverhaltens von Geschoß zu Geschoß erweist sich als notwendig, weil nur ein kleiner Ausschnitt aus den Gesamtspektren zur Verfügung steht, der keine bessere Feststellung der Grenzfrequenz gestattet. Für den zu dieser Auswertung idealisierten Frequenzgang wurde über die Kurven von allen drei Installationsarten gemittelt.

4.2.2 Anregung der Wassersäule, vgl. Anlage 6

Bei Anregung der Wassersäule ist für die einzelnen Installationsarten im mittleren Frequenzbereich kein unterschiedlicher Pegelverlauf vorhanden. Bei Frequenzen über 2000 Hz werden dagegen bei Kunststoffrohren und teilweise auch bei isolierten Eisenrohren größere Abnahmen des Luftschallpegels als bei nichtisolierten Eisenrohren gemessen. Die Pegelabnahme beträgt lt. Tab. I je nach Frequenz bis zu 12 dB pro Geschoß.

Gegenüber der Körperschallanregung der Leitungsrohre ist die Pegelabnahme zum III. Geschoß um ca. 4 dB und zum II. Geschoß um ca. 2 dB geringer; dieses Ergebnis ist wegen der besseren Fortleitung des Schalles im Wasser zu erwarten, vgl. 3.1.

Die Überlegenheit der nichtisolierten Installationsart, wie sie in Anlage 6 durch einen um etwa 50 dB über vier Geschosse abnehmenden Pegel vorgetäuscht wird, ist nur scheinbar. Bei der Umrechnung von Meßergebnissen, die durch Anregung im II. Geschoß gewonnen wurden, auf die als Bezugsgeschoß verwendete IV. Etage wird nämlich das Nahfeld doppelt berücksichtigt.

4.2.3 Anregung des Baukörpers

Aus Tabelle I ist ersichtlich, daß die Pegelabnahme im Fernfeld bei Anregung des Baukörpers je nach der Frequenz zwischen 3,5 und 9 dB liegt. Wie bei den absoluten Pegelwerten im IV. Obergeschoß

ergeben sich auch hier bezüglich der Pegelabnahme pro Geschoß keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Hauseinheiten. Diese Werte entsprechen etwa den bei vergleichbaren Objekten durch anderweitige Untersuchungen ermittelten Ergebnissen.

4.3 Vertikale Pegelabnahme des Gesamtschalldruckes, vgl. Anlagen 7 und 8

Im Hinblick auf eine gehörmäßige Beurteilung der Installationsgeräusche interessiert auch der Gesamtschalldruck bzw. die DIN-Lautstärke. Deshalb sind die Gesamtwerte für den Schalldruck - für eine Absorptionsfläche von 10 m^2 - aus den gemessenen Frequenzgängen berechnet worden. Da die spektralen Maxima des abgestrahlten Schalles über 500 Hz liegen, wie aus den Anlagen 3 und 4 hervorgeht, können die Werte für den Gesamtschallpegel näherungsweise auch als DIN-Lautstärken angesehen werden.

Anhand der Anlagen 7 und 8 ergibt sich, daß bei einer körperschallisolierten Verlegung der Rohre in allen Geschossen ein um 5 bis 10 dB geringerer Pegel bzw. eine ebensoviel niedrigere Lautstärke erzielt werden kann. Diese Verminderung ist unabhängig von der Art des anregenden Geräusches.

Die Pegelabnahme bei Anregung des Baukörpers beträgt im Fernfeld in Küche und Kinderzimmer gleichermaßen ca. 5 bis 6 dB pro Geschoß, vgl. Tabelle I. Etwa bei demselben Wert liegen die entsprechenden Pegelabnahmen im Fernfeld auch bei den anderen Anregungen für alle Installationsarten. In größerer Entfernung bestimmt also der im Baukörper fortgeleitete Energieanteil die Pegelabnahme. Bis zum II. Obergeschoß sind dagegen die Abnahmen bei Anregung des Leitungssystems durchweg größer als bei Anregung des Baukörpers. Eine Klärung dieses Sachverhalts ist erst durch weitere Untersuchungen möglich.

5. Schlußfolgerungen

Aus den Ergebnissen ergibt sich folgende zusammenfassende Beurteilung der verschiedenen Installationsarten in schalltechnischer Hinsicht:

1. Durch körperschallisolierte Verlegung der Installationen ist eine Verminderung des abgestrahlten Schalldruckpegels von 5 bis 10 dB zu erzielen.
2. Die Verwendung von Kunststoffrohren anstelle der herkömmlichen Eisenrohre bringt keine wesentlichen Vorteile. Die höhere innere Dämpfung derartiger Materialien macht sich vorwiegend bei Frequenzen über 3000 Hz bemerkbar.
3. Die Körperschallabnahme im Baukörper in den ausgewählten Versuchsbau liegt bei 5 bis 6 dB pro Geschoß.
Im Nahfeld hängt die Pegelabnahme pro Geschoß von der Art der Anregung ab.

Es kann abschließend festgestellt werden, daß unter den der Bau- praxis entsprechenden Verhältnissen und Möglichkeiten weder durch eine körperschallisolierte Verlegungsweise noch durch die Verwendung von Kunststoffleitungen allein, eine ausreichende Verminderung der Installationsgeräusche zu erwarten ist. Um in jedem Falle die Anforderungen der DIN 4109 zu erfüllen, sollten deshalb die eingangs gegebenen Hinweise auf eine zweckmäßige Grundrißgestaltung, die Verwendung schwerer Bauteile und die Wahl leiser Armaturen unbedingt beachtet werden.

L i t e r a t u r

- [1] Schneider, P.:
Schallschutz bei haustechnischen Anlagen
Düsseldorf, Werner-Verlag 1959.

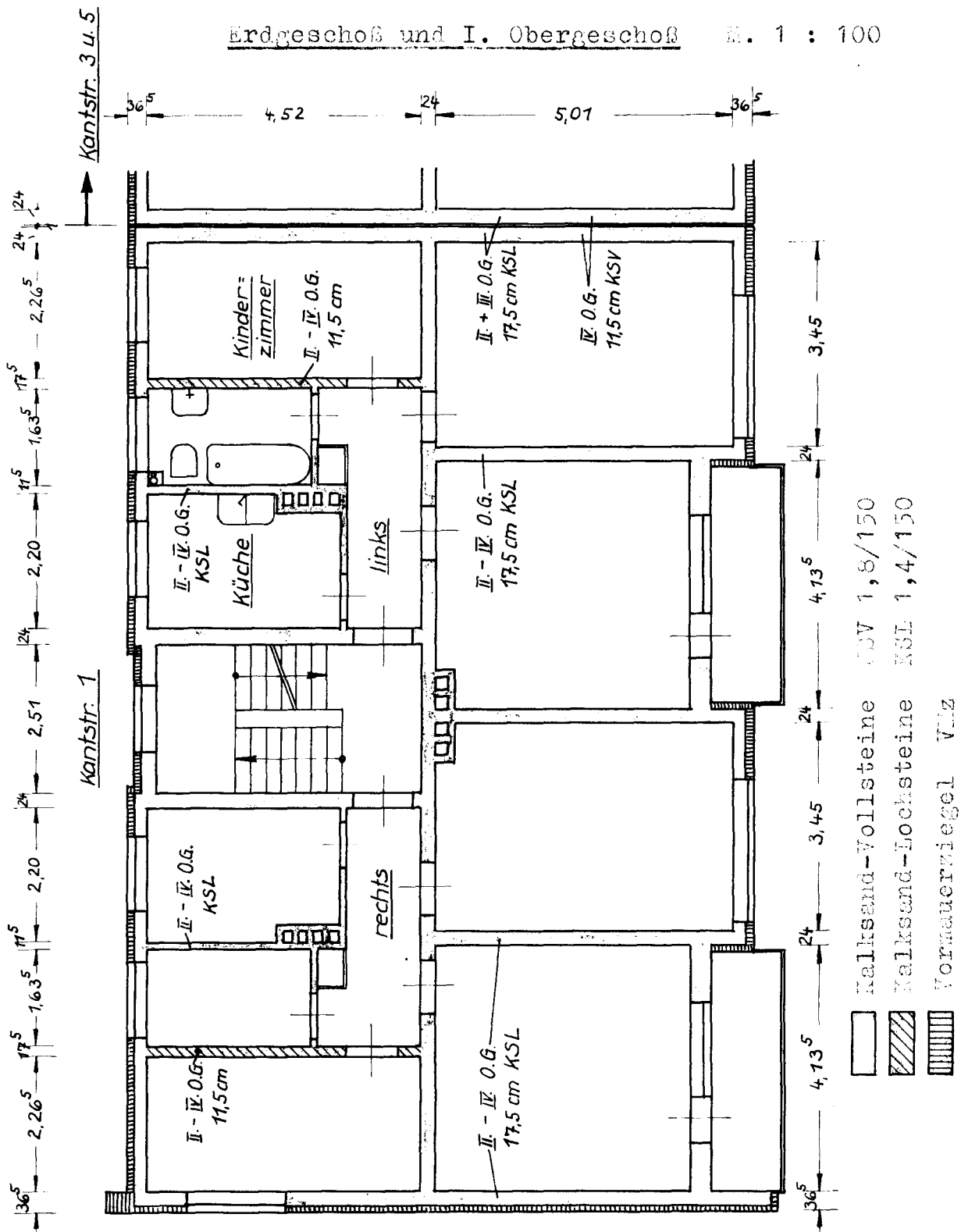
- [2] M. R. Bach und K. Gösele
Geräuschverhalten von Hähnen und Spülern
Heizung - Lüftung - Haustechnik 9 (1958),
H 5, 5105/109

- [3] K. Gösele und M. R. Bach:
Die Schallausbreitung in Installationsleitungen
und ihre Verminderung.
Gesundheits-Ingenieur 80. Jg. (1959), H 4

- [4] Kristen, Th. und Müller, E. W.:
Körperschalluntersuchungen an Wohn-Hochhäusern ver-
schiedener Bauarten.
Berichte des Beirats für Bauforschung beim Bundes-
minister für Wohnungsbau, Reihe B, Heft 13 (1960),
S. 43 - 53. Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

Erdgeschoss und I. Obergeschoss

M. 1 : 100



Außenwände: E.G. und I.O.G. 36,5 cm dick
II. bis IV.O.G. 30 cm dick

Installationsarten:

- Kantstr. 1 nichtisolierte Verlegung von Kunststoffleitungen
Kantstr. 3 isolierte Verlegung von verzinkten Eisenrohren
Kantstr. 5 nichtisolierte Verlegung von versinkten Eisenrohren

Institut
für Baustoffkunde

T. H. Braunschweig

Grundriß einer Hauseinheit
Ralsdorf, Kanstraße

Anlage 1

